

00/813044

PCT/JP 99/02583

18.05.99

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 02 JUL 1999

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1998年 7月 9日

出 願 番 号  
Application Number:

平成10年特許願第194674号

出 願 人  
Applicant(s):

株式会社小松製作所

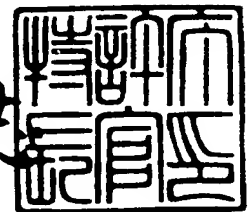
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 6月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

山 佐 建 志



出証番号 出証特平11-3039362

【書類名】 特許願

【整理番号】 N98063

【提出日】 平成10年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C23C 16/50

【発明の名称】 表面処理装置

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 研究本部内

【氏名】 水上 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 研究本部内

【氏名】 高尻 雅之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 研究本部内

【氏名】 豊嶋 康真

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 研究本部内

【氏名】 田渕 俊宏

【特許出願人】

【識別番号】 000001236

【住所又は居所】 東京都港区赤坂二丁目 3 番 6 号

【氏名又は名称】 株式会社 小松製作所

【代理人】

【識別番号】 100091948

【郵便番号】 101

【住所又は居所】 東京都千代田区神田淡路町2-10-14 ばんだいビル

【弁理士】

【氏名又は名称】 野口 武男

【電話番号】 03-5256-0161

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011095

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704242

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】表面処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一対のプラズマ発生電極、原料ガス導入口、及び基板支持台を備えたケーシング内に、前記プラズマ発生電極によりプラズマを発生させて原料ガスをプラズマ化し、前記基板支持台上に載置された基板表面をプラズマ処理する表面処理装置であって、

前記ケーシングは、前記プラズマ発生電極を備えたプラズマ発生室と、前記基板支持台を備えた基板処理室との二室に画成され、

同基板処理室は一以上のプラズマ吹出口を介して前記プラズマ発生室と連通されてなり、

前記プラズマ吹出口の近傍と前記基板支持台の近傍との間に荷電粒子排除手段が配されてなる、

ことを特徴とする表面処理装置。

【請求項 2】 前記プラズマ発生電極には高周波電力が投入されてなる請求項 1 記載の表面処理装置。

【請求項 3】 前記荷電粒子排除手段は、前記プラズマを横断して配され、電圧が印加された少なくとも 1 のプラズマ通過孔を有する導電性部材である請求項 1 又は 2 記載の表面処理装置。

【請求項 4】 前記導電性部材はメッシュ状又はグリッド状の導電性シートである請求項 3 記載の表面処理装置。

【請求項 5】 前記荷電粒子排除手段は、前記プラズマ吹出口から吹き出されたプラズマ流を挟んで配された一対の電極である請求項 1 又は 2 記載の表面処理装置。

【請求項 6】 前記荷電粒子排除手段は、磁力線が前記プラズマの流れに対して直交する方向に作用する磁場である請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の表面処理装置。

【請求項 7】 前記プラズマ吹出口は所要のノズル形状を有してなる請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の表面処理装置。

【請求項 8】 前記原料ガス導入口は前記プラズマ吹出口の側面に開口してなる請求項 1～7 のいずれかに記載の表面処理装置。

【請求項 9】 前記荷電粒子排除手段は前記プラズマ吹出口の一部を構成してなる請求項 3 又は 6 記載の表面処理装置。

【請求項 10】 前記プラズマ吹出口は円形断面である請求項 1 記載の表面処理装置。

【請求項 11】 前記プラズマ吹出口はスリット形状である請求項 1 記載の表面処理装置。

【請求項 12】 前記基板に電位が付与されてなる請求項 1 記載の表面処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は基板への各種表面処理、特に基板への成膜処理に適した表面処理装置に関し、更に詳しくは、プラズマ流に存在する荷電粒子によるダメージを低減し、高品質で高速に成膜が可能な表面処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の平行平板型プラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置は、ケーシング内に一对の平板状のプラズマ発生電極が平行に対向して設けられている。前記プラズマ発生電極のうち、一方の電極は基板支持台としての機能を兼ね備えており、更に、同装置は基板の温度を、気相成長に適した温度に調整するためにヒータが設けられている。前記一方の電極に基板を載置した状態で、両プラズマ発生電極間に高周波数の電源（13.56MHz の電源）による電圧が印加されると、これら電極間で放電が行われる。この放電によりプラズマが発生し、原料ガス、例えばモノシランガスがプラズマ化され、前記基板表面にシリコン膜が形成される。

【0003】

かかる従来の平行平板型のプラズマ CVD 装置にあっては、基板を載置する平

板状の前記プラズマ発生電極の面積を大きくすることで、大面積の基板を一度の成膜処理で成膜することができるといった利点を有している。しかしながら、従来の平行平板型のプラズマCVD装置にあっては、両プラズマ発生電極によりプラズマ化された原料ガスは成膜ガス処理室内に均一に拡散され、その一部が前記電極上に載置された基板の成膜に寄与するだけである。このため原料ガスの利用効率が低く、例えばアモルファスシリコン薄膜や微結晶シリコン薄膜を基板上に成膜しようとする場合、成膜速度が $0.01\mu\text{m}/\text{分}$ 程度と、投入電力が大きいにもかかわらず、成膜速度は遅い。そのため太陽電池などの比較的膜厚の厚い半導体デバイスを製作するには、更に長時間を要し、低スループット、高コストの主要因となっていた。

## 【0004】

そこで、成膜速度を上げるために、高周波電源による投入電力を増大させることも考えられる。しかしながら、両プラズマ発生電極間には当然に電流が流れており、この電流の大きさに応じてプラズマ内の荷電粒子が加速される。この加速された荷電粒子は電極間に配された基板に直接衝突し、基板はこの荷電粒子の衝突によるダメージで、膜質の劣化を来す。かかる荷電粒子の衝突数は投入電力の増大に伴って増加し、同荷電粒子の衝突ダメージによる膜質の劣化も著しくなる。更には高周波電源による高周波電力の増大に伴い、気相中で微粉末が多量に発生することになり、微粉末による膜質の劣化も飛躍的に増大することとなる。

## 【0005】

従って、従来の平行平板型のプラズマCVD装置にあっては、こうした荷電粒子の衝突によるダメージや微粉末による膜質の劣化を避けるために、投入電力（投入パワー）を抑え、電流を少なくせざるを得ない。即ち、実質的には投入電力、電流の上限値が存在し、成膜速度を一定レベル以上に高めることができなかった。

## 【0006】

これに対して、例えば特開昭63-255373号公報に開示されている反応装置は、ケーシングが高周波電源に接続された対向する一対のプラズマ発生電極と絶縁壁とにより囲まれたプラズマ発生室と基板処理室との2室に画成されてい

る。前記プラズマ発生室には原料ガス導入口が設けられ、一方の前記プラズマ発生電極の中心に、前記プラズマ発生室から前記基板処理室に連通する開口が形成されている。また、前記基板処理室の前記開口に対向する位置には、基板が支持されている。

#### 【0007】

前記反応装置では前記一对のプラズマ発生電極に高周波電源により高周波電力を投入すると、両電極間でプラズマが発生し、前記プラズマ発生室内に導入された原料ガスがプラズマ化される。このとき、プラズマ発生室よりも基板処理室を低圧にすることで、プラズマがジェット流となって前記電極に形成された開口から前記処理室へと噴き出し、同開口に対向して支持された基板上に導かれる。同装置では更に、前記開口から基板まで間にプラズマ流と平行な磁場を付与することで、プラズマ流が更に集束されて基板に導かれる。

#### 【0008】

このようにプラズマ流を基板に向けて積極的に吹き付ける反応装置では、投入電力を増大させることなく、成膜速度を高めることができる。更には、成膜速度が高まるにもかかわらず、薄膜の結晶化も促進され、従来よりも速い成膜速度で高品質の薄膜を形成することができる。

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述の反応装置では、電流の生じるプラズマ発生電極間に基板を載置することがないため、前記電流により生じた荷電粒子の衝突ダメージの問題は解消される。ところで、プラズマはプラスの荷電粒子とマイナスの荷電粒子とが同数存在するため、理論的には電氣的に中性であるはずである。しかしながら、基板処理室内に噴出したプラズマ流の電位を測定したところ、プラス側に帯電している。そのため、接地されている基板とプラズマとの間には電位差が生じ、この電位差によりプラズマ内の荷電粒子が加速される。この加速された荷電粒子は基板表面に衝突し、依然としてそのダメージによる膜質の劣化が問題となる。

#### 【0010】

本発明はかかる問題を解決すべくなされたものであり、荷電粒子の衝突による

膜質の劣化を防止し、高速且つ高品質に成膜可能な表面処理装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段及び作用効果】

かかる課題を解決するために、本発明は、一対のプラズマ発生電極、原料ガス導入口、及び基板支持台を備えたケーシング内に、前記プラズマ発生電極によりプラズマを発生させて原料ガスをプラズマ化し、前記基板支持台上に載置された基板表面をプラズマ処理する表面処理装置であって、前記ケーシングは、前記プラズマ発生電極を備えたプラズマ発生室と、前記基板支持台を備えた基板処理室との二室に画成され、同基板処理室は一以上のプラズマ吹出口を介して前記プラズマ発生室と連通されてなり、前記プラズマ吹出口の近傍と前記基板支持台の近傍との間に荷電粒子排除手段が配されてなる、ことを特徴とする表面処理装置を主要な構成としている。

なお、前記プラズマ吹出口の近傍とは、同吹出口の上方、下方及び吹出口内を含み、また、前記基板支持台の近傍とは、同支持台の上方及びその側方周辺を含む。

【0012】

このように、前記プラズマ吹出口の近傍と前記基板支持台の近傍との間に荷電粒子排除手段を配することにより、前記プラズマが基板に到達する前に同プラズマから荷電粒子が排除される。そのため、前記基板に衝突する荷電粒子の数が大幅に減少し、更にはその衝突ダメージも小さくなるため、前記基板上には高品質の膜が形成される。

【0013】

また、プラズマ発生室と基板処理室との二室に画成し、プラズマ発生室内のプラズマがプラズマ吹出口から基板に向けて吹きつけるため、成膜速度も高まり、更には結晶化も促進されるため、均一の高品質な膜質をもつ薄膜が高速で形成される。更には、前記プラズマ吹出口を多数設けることにより、大面積の基板に対しても均一な薄膜を高速で成膜できる。



## 【0014】

なお、前記基板としてはガラス、有機フィルム、或いはSUS等の金属を使用することができる。さらに本発明の装置はエッチング等の表面処理にも使用できるが、前記基板表面に多結晶シリコンやアモルファスシリコンなどのシリコン薄膜や酸化膜を形成する際に特に好適に使用される。

## 【0015】

前記プラズマ発生電極には直流電源又は高周波電源を接続して直流～高周波電圧まで印加することができるが、特に高周波電力を投入されることが好ましい。高周波によりプラズマ発生させる場合には、プラズマ中に発生する荷電粒子の数を少なくすることができる。なお、この投入電力は5～500W、好ましくは5～200Wであることが望ましい。

## 【0016】

前記荷電粒子排除手段は、前記プラズマを横断して配され、電圧が印加された少なくとも1のプラズマ通過孔を有する導電性部材であることが好ましく、更には前記導電性部材はメッシュ状又はグリッド状の導電性シートであることが好ましい。なお、前記導電性部材に付与される電圧は、プラズマ発生電極に投入される電力値により適宜設定されるが、前記投入電力が5～500Wである場合には、前記導電性部材に付与される電圧は好ましくは-200～+200V程度であり、更に好ましくは±数十～±100Vである。

## 【0017】

前記導電性部材にマイナスの電圧を印加すると、前記プラズマ内に含まれるプラスの荷電粒子が前記導電性部材に捕獲され、前記プラズマから排除される。また、前記導電性部材にマイナスの電圧を印加すると、前記プラズマ内に含まれるプラスの荷電粒子は前記導電性部材との間に斥力が働いて、前記プラズマの流れから外側へ飛び出し、プラズマから荷電粒子が排除される。

## 【0018】

前記荷電粒子排除手段は、前記プラズマ吹出口から吹き出されたプラズマ流を挟んで配された一対の電極を採用することもできる。この場合には、前記電極のうちマイナス極側にプラスの荷電粒子が引きつけられて、プラズマ流から同荷電

粒子が排除される。

【0019】

更には前記荷電粒子排除手段は、磁力線が前記プラズマの流れに対して直交する方向に作用する磁場であってもよい。この場合には、プラスの荷電粒子が前記磁力線によりマイナス極側に引きつけられ、プラズマの流れとは直交する方向に移動して、プラズマからプラスの荷電粒子が排除される。

【0020】

なお、上述した導電性部材、一对の対向電極、或いは磁力線による前記荷電粒子排除手段は前記プラズマ吹出口の一部を構成するように配することもできる。

【0021】

前記プラズマ吹出口は所要のノズル形状を有してなることが望ましい。所要のノズル形状とは、プラズマ発生室のプラズマを積極的に吹出口内に引き込み、基板処理室においてプラズマを所望の角度で拡散させて噴出することのできる形状である。例えば、円形断面の円柱形状や、プラズマ発生室から基板処理室に向けて拡径する載頭円錐形状、及びその組み合わせ、更には上流側の略半部が下流側に向けて縮径し、下流側の半部が下流側に向けて拡径する形状などが挙げられる。更には前記プラズマ吹出口をスリット形状とすることも可能である。

【0022】

前記原料ガス導入口は、前記プラズマ発生室内に開口させてもよく、或いは、前記プラズマ発生室内にはキャリアガスのみを導入し、前記原料ガス導入口は前記プラズマ吹出口の側面に開口させることもできる。前記原料ガス導入口を前記吹出口に開口させた場合には、前記原料ガスは前記吹出口を通過するプラズマ化されたキャリアガスによりプラズマ化される。この場合には、前記プラズマ発生室の内壁面が前記原料ガスにより汚染されることがない。

【0023】

更に、前記基板に電位を付与することも可能である。その場合には前記荷電粒子排除手段をすり抜けてプラズマ中に残存している荷電粒子のエネルギーを制御することができ、荷電粒子の衝突によるダメージが著しく低減される。

【0024】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、好適な実施例を参照して具体的に説明する。

図1は本発明の第1実施例である表面処理装置1の概略図である。同装置1は外気と遮断され、接地されたケーシング2が、プラズマ発生室3と基板処理室4との2室に画成されている。前記プラズマ発生室3は図示せぬ原料ガス導入口を備えており、モノシラン等の原料ガスが導入される。また、前記原料ガス導入口からは、プラズマの発生を促進すると共にプラズマを安定化し、且つ原料ガスを基板Sまで搬送するためのキャリアガスが、前記原料ガスに混合されて導入される。なお、キャリアガス専用の導入口を別途設けてもよい。

【0025】

更に同プラズマ発生室3内には高周波電源Pに接続された一対の板状プラズマ発生電極5、5'が配されている。一対の電極5、5'のうち一方の電極5は前記プラズマ発生室3の上壁3aに絶縁体3bを介して取り付けられており、他方の電極5'は前記基板処理室4との隔壁を構成している。隔壁を構成する前記他方の電極5'の中心にはプラズマ吹出口6が形成されており、同プラズマ吹出口6を介して前記プラズマ発生室3と基板処理室4とが連通されている。更に、前記プラズマ吹出口6には円筒形状のノズル体7が取り付けられている。

【0026】

前記基板処理室4内には前記プラズマ吹出口6に対向する位置に基板支持台8が配されている。この基板支持台8は接地されているため、同支持台8上に載置された基板Sも同様に接地されることとなる。前記支持台8の下方にはヒータ8aが備えられており、前記基板支持台8上に載置された基板Sの温度を、気相成長に適した温度に調整する。

【0027】

更に、前記基板支持台8上に絶縁体からなる支柱8bを介してメッシュ状の導電性シート9が取り付けられている。なお、このメッシュ状導電性シート9に替えて、グリット状などの多孔導電性シートを使用することもできる。前記導電性

シート 9 は前記基板支持台 8 上に載置された基板 S の上方に、同基板 S との間に間隙を設けて同基板 S を被覆するように平行に配されており、同シート 9 は直流の直流電源 DC に接続されている。なお、前記基板処理室 4 は図示せぬバルブ、圧力調整弁及び真空ポンプにより、室圧が 0.1 ～数 torr に調整されている。

#### 【0028】

前記一対のプラズマ発生電極 5, 5' に高周波電源 P により高周波電力を投入すると、前記電極 5, 5' 間で放電が起こり、前記プラズマ発生室 3 内にプラズマが発生する。そのプラズマにより、同プラズマ発生室 3 内に導入された原料ガス及びキャリアガスがプラズマ化される。このとき、前記基板処理室 4 は室圧が 0.1 ～数 torr と、前記プラズマ発生室 3 よりも低圧に調整されているため、同プラズマ発生室 3 内のプラズマは、前記プラズマ吹出口 6 に取り付けられたノズル体 7 からジェット流となって前記基板処理室 4 内へと噴出する。このとき、前記ジェット流は、前記ノズル体 7 によりその流れ方向が基板 S に向けて積極的且つ確実に案内される。このプラズマのジェット流により前記処理室 4 内の基板 S 表面がプラズマ処理され、同基板 4 の表面に薄膜が形成される。

#### 【0029】

このとき、上述したように、前記プラズマ発生室 3 から前記基板処理室 4 へと噴出したプラズマはプラスに帯電されており、接地されている基板 S との間に電位差が生じる。そのためプラズマ中のプラスの荷電粒子が基板 S に向けて加速され、このプラスの荷電粒子が前記基板 S に衝突し、その衝突ダメージにより膜質の劣化を来す。しかしながら、本発明によれば、前記基板 S の上方に同基板 S と平行して配された、即ち、プラズマの流れに直交して配されたメッシュ状の前記導電性シート 9 に、直流電源 DC により負のバイアスを印加することにより、プラスの荷電粒子が前記シート 9 により捕獲され、プラズマ流からプラスの荷電粒子が排除される。そのため、前記基板 S に衝突する荷電粒子の数が大幅に減少され、膜質の劣化を効果的に防ぐことができる。

#### 【0030】

なお、前記導電性シート 9 に正のバイアスを印加することもでき、その場合に

は、プラスの荷電粒子は前記シート 9 と反発してプラズマの流れ方向から外側へ飛び出し、プラズマ流からプラスの荷電粒子が排除される。この導電性シート 9 に付与される電圧の強度は、前記プラズマ発生電極 5, 5' に投入される電力に応じて適宜設定される。例えば前記プラズマ発生電極 5, 5' の投入電力が 5 ~ 500 W の場合には、前記導電性シート 9 には -200 ~ +200 V 程度の電圧が印加される。

#### 【0031】

以下、本発明の他の実施例及び変形例について図面を参照して具体的に説明する。なお、以下の説明において、上述の第 1 実施例と同一の構成には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

#### 【0032】

図 2 は、本発明の第 2 実施例である表面処理装置 11 の概略図である。同装置 11 は上述した第 1 実施例の表面処理装置 1 とノズル体 17 の形状及びメッシュ状導電性シート 9 の取付位置が異なる他は、同一の構成を備えている。

第 2 実施例の表面処理装置 11 は、プラズマ吹出口 6 に取り付けられたノズル体 17 は円形断面をもち、且つその径がプラズマ発生室 3 から基板処理室 4 へ向けて拡張する載頭円錐形状をなしている。このノズル体 17 の前記基板処理室 4 側の端面には、直流電源 DC に接続されたメッシュ状導電性シート 9 が絶縁体 17a を介して取り付けられている。

#### 【0033】

この第 2 実施例の表面処理装置 11 にあっても、上述した第 1 実施例と同様に、プラズマの流れに直交してメッシュ状の前記導電性シート 9 が配されており、この導電性シート 9 に可変電源に負のバイアスを印加することにより、プラスの荷電粒子が前記シート 9 により捕獲され、或いは同シート 9 に正のバイアスを印加することにより、プラスの荷電粒子がプラズマ流から外側に弾きだされ、プラズマからプラスの荷電粒子が排除される。そのため、前記基板 S に衝突する荷電粒子の数が大幅に減少され、膜質の劣化を効果的に防ぐことができる。なお、第 2 実施例では荷電粒子排除手段である導電性シート 9 がノズル体 17 の端面に取り付けられているため、基板処理室 4 に噴出される全てのプラズマが前記導電性

シート 9 を通過することとなり、より確実且つ効果的に荷電粒子を排除することが可能となる。

## 【0034】

また、ノズル体 17 の形状が前記基板処理室 4 に向けて拡径する載頭円錐形状をなすため、プラズマが基板 S に向けて所望の角度で拡散し、大面積の前記基板 S の表面に均一な膜厚で成膜が可能となる。

## 【0035】

更に、図 3 は本発明の第 3 実施例による表面処理装置 21 の概略図である。同装置 21 は上述した第 2 実施例のノズル体 17 と同一形状の、絶縁性材料からなるノズル体 27 を使用している。そのため、このノズル体 27 の基板処理室 4 側の端面には、直流電源 DC に接続されたメッシュ状導電性シート 9 を直接、取り付けることができる。

## 【0036】

なお、絶縁性材料からなるノズル体 27 を採用する場合、メッシュ状導電性シート 9 はノズル体 27 内のいずれの部位に取り付けてもよく、例えば図 4 に示す表面処理装置 21' のように、メッシュ状導電性シート 9 をノズル体 27 のプラズマ発生室 3 側の端面に取り付けることもできる。

## 【0037】

図 5 は本発明の第 4 実施例による表面処理装置 31 の概略図である。同装置 31 ではメッシュ状導電性シート 9 が、プラズマ発生室 3 側のプラズマ吹出口 6 の近傍に、同吹出口 6 を被覆するよう、電極 5' との間に絶縁体 5a' を介して取り付けられている。即ち、前記導電性シート 9 は前記プラズマ吹出口 6 から噴出するプラズマに直交して配されており、前記プラズマ発生室 3 から基板処理室 4 に噴出される全てのプラズマが前記導電性シート 9 を通過し、荷電粒子が排除される。

## 【0038】

図 6 及び図 7 は本発明の第 5 実施例による表面処理装置 41 の概略図である。同装置 41 は基板処理室 4 内の基板支持台 8 上に載置された基板 S を挟んで、即ち、プラズマ吹出口 6 から噴出したプラズマ流を挟んで、一对の対向電極 19a

、19bが配されている。この両電極19a、19bは接地されており、更に一方の対向電極19aは直流電源DCに接続されている。同電極19aにプラスの可変バイアスを印加すると、両対向電極19a、19b間には矢印の方向（電極19aから電極19bに向けて）電界が生じる。この電界により、プラズマ内のプラスの荷電粒子は陰極である電極19b側に引きつけられてプラズマ流から飛び出し、プラスの荷電粒子が排除される。そのため、上述した他の実施例と同様に、基板Sに衝突する荷電粒子の数が大幅に減少され、膜質の劣化を効果的に防ぐことができる。

## 【0039】

図8及び図9は本発明の第6実施例による表面処理装置51の概略図である。同装置51は基板処理室4内の基板支持台8上に載置された基板Sを挟んで、一对の永久磁石29a、29bが対向して配されている。そのため前記磁石29a、29bの磁場は、図に示すように磁力線がプラズマ吹出口6から噴出したプラズマの流れに対して直交する方向に作用するように発生する。そのため、プラズマ内のプラスの荷電粒子が前記磁力線によりプラズマの流から外側に飛び出し、プラスの荷電粒子が排除される。そのため、上述した他の実施例と同様に、基板Sに衝突する荷電粒子の数が大幅に減少され、膜質の劣化を効果的に防ぐことができる。なお、前記永久磁石29a、29bに替えて、電磁石や超伝導磁石を使用することも可能である。

## 【0040】

図10は本発明の第7実施例による表面処理装置61の概略図である。

同装置61のノズル体37は円形断面をもち、その上流側の略半部が円筒状をなし、下流側の半部が下流側に向けて拡径する形状である。基板処理室4の前記ノズル体37の取付端には一对の電磁石29、29が対向して配されており、前記磁石29、29の磁場は、磁力線がノズル体37を通過するプラズマの流れに対して直交する方向に作用するよう形成される。更に、前記基板支持台8上に絶縁体からなる支柱8bを介してメッシュ状の導電性シート9が取り付けられ、同シート9は直流電源DCに接続されており、プラス或いはマイナスの可変バイアスが印加される。

## 【0041】

前記装置 61 によれば、プラズマ発生室 3 内のプラズマは、先ず、ノズル体 37 を通過する際に、前記磁石 29、29 の磁場が作用される。そのためプラズマ内のプラスの荷電粒子が前記磁石 29 に引きつけられてプラズマからプラスの荷電粒子が排除される。更にその後、ノズル体 37 から吹き出されたプラズマは、プラス又はマイナスのバイアスが印加された前記導電性シート 9 を通過する際に、同シート 9 によりプラズマに残留しているプラスの荷電粒子が排除される。このように同装置 61 では磁石 29、29 と導電性シート 9 とにより 2 段階にわたってプラズマから荷電粒子が確実に排除されるため、前記基板 S に衝突する荷電粒子の数が更に大幅に減少されて、膜質の劣化をより効果的に防ぐことができる。

## 【0042】

なお、ノズル体としては本第 7 実施例のノズル体 37 や、上述した円筒状及び載頭円錐状のノズル体 7、17、27 以外にも、上流側の略半部が下流側に向けて縮径し、下流側の半部が下流側に向けて拡径する形状の縮小拡大ノズル体を使用することもできる。ノズル体はプラズマ発生室 3 のプラズマを積極的に引き込み、基板処理室 4 においてプラズマを所望の角度で拡散させて噴出することのできる形状であることが望ましく、特に縮小拡大ノズル体が好ましく採用される。

## 【0043】

図 11 は本発明の第 8 実施例による表面処理装置の要部を示す概略図である。

同装置ではプラズマ発生室 3 と基板処理室 4 との隔壁を構成するプラズマ発生電極 5' の、基板処理室 4 側の全面に板状の絶縁体 10 が、更に同絶縁体 10 の下面には導電性プレート 39 が、積層状態で取り付けられている。前記導電性プレート 39 は直流電源 DC に接続され、可変バイアスが印加される。更に、3 層に積層された前記電極 5'、絶縁体 10 及び導電性プレート 39 の中心には円形断面のノズル形状をなすプラズマ吹出口 16 が形成されている。

## 【0044】

この第 8 実施例による表面処理装置は、前記導電性プレート 39 がプラズマ吹出口 16 の一部を構成しており、プラズマは前記プラズマ吹出口 16 を通過する



際に、マイナスの可変バイアスが印加された前記導電性プレート 39 によりプラスの荷電粒子が捕獲される。このように前記プラズマからプラスの荷電粒子が排除されるため、前記基板 S に衝突する荷電粒子の数が大幅に減少され、前記荷電粒子の衝突ダメージによる膜質の劣化が効果的に防止される。

## 【0045】

図 12 は上述の第 8 実施例の変形例であり、3 層に積層された電極 5'、絶縁体 10 及び導電性プレート 39 の中心には、円形断面をもち、その径がプラズマ処理室 3 から基板処理室 4 に向けて漸増する、載頭円錐状のノズル形状をなすプラズマ吹出口 26 が形成されている。かかるノズル形状とすることで、プラズマが基板 S に向けて所望の角度で拡散し、大面積の前記基板 S であってもその表面に均一な膜厚で成膜することができる。

## 【0046】

図 13 は本発明の第 9 実施例による表面処理装置の要部を示す概略図である。

同装置ではプラズマ発生室 3 と基板処理室 4 との隔壁を構成するプラズマ発生電極 5' の、基板処理室 4 側の全面に板状の絶縁体 10 が、積層状態で取り付けられている。この 2 層に積層された前記電極 5' 及び絶縁体 10 の中心には円形断面のノズル形状をなすプラズマ吹出口 36 が形成されている。更に、板状絶縁体 10 の前記プラズマ吹出口 36 の周面には、リング状の導電性部材 49 が取り付けられており、このリング状導電性部材 49 は直流電源 DC に接続され、可変バイアスが印加される。

## 【0047】

また、図 14 には本発明の第 10 実施例による表面処理装置の要部が示されている。同装置もプラズマ発生室 3 と基板処理室 4 との隔壁を構成するプラズマ発生電極 5' の、基板処理室 4 側の全面に板状の絶縁体 10 が、積層状態で取り付けられており、その 2 層に積層された前記電極 5' 及び絶縁体 10 の中心には円形断面のノズル形状をなすプラズマ吹出口 36 が形成されている。更に、板状絶縁体 10 の下面及び同絶縁体 10 の前記プラズマ吹出口 36 の周面には、薄膜状の導電性部材 59 がメッキ或いはペースト材料の塗布により、前記絶縁体 10 に一体に付与されている。更に同薄膜状導電性部材 59 は直流電源 DC に接続され

、可変バイアスが印加される。

【0048】

これら第9及び第10実施例による表面処理装置も、上述した第8実施例と同様に、前記導電性部材49、59がプラズマ吹出口36の一部を構成している。そのため、プラズマは前記プラズマ吹出口36を通過する際に、マイナスの可変バイアスが印加された前記導電性部材49、59によりプラスの荷電粒子が捕獲され、前記プラズマからプラスの荷電粒子が排除される。そのため、前記基板Sへの荷電粒子の衝突ダメージが低減し、膜質の劣化が効果的に防止される。

【0049】

図15は本発明の第11実施例による表面処理装置の要部を示す概略図である。同装置ではプラズマ発生室3と基板処理室4との隔壁を構成するプラズマ発生電極5'の中心に開口6'を形成し、その開口の内周面に絶縁体リング20を取り付けている。更に同リング20の内周面に直流電源DCに接続されたリング状の導電性部材49を取り付け、この導電性部材49の内周面がプラズマ吹出口46を構成する。そのため、同プラズマ吹出口46を通過するプラズマは、マイナスの可変バイアスが印加された前記リング状導電性部材49により、プラスの荷電粒子が捕獲される。

【0050】

図16は本発明の第12実施例による表面処理装置の要部を示す概略図である。同装置ではプラズマ発生室3と基板処理室4との隔壁を構成するプラズマ発生電極5'の下方に、絶縁性材料からなる内側周壁部30a及び外側周壁部30bを介して導電性プレート39が取り付けられている。前記電極5'及び導電性プレート39の中心に形成された開口6'、6"と、前記内側周壁部30aの内周面とは同一の径寸法をもつ円形状であり、それらは円柱ノズル形状をもつプラズマ吹出口56を構成している。

【0051】

前記電極5'、内側周壁部30a、外側周壁部30b及び導電性プレート39により閉塞された空間30cには原料ガスが充填されており、更に、前記内側周壁部30aには前記プラズマ吹出口56に連通する複数の原料ガス導入孔30c

が形成されている。なお、前記導入孔30cは前記内側周壁部30aの全周にわたって連続して形成されたスリット形状とすることもできる。

#### 【0052】

同装置では、前記プラズマ発生室3内に原料ガスは導入されず、キャリアガスのみが導入される。一对のプラズマ発生電極5, 5'に高周波電源Pにより高周波電力を投入すると、前記電極5, 5'間で放電が起こり、前記プラズマ発生室3内にプラズマが発生する。そのプラズマにより、同プラズマ発生室3内に導入されたキャリアガスがプラズマ化され、前記プラズマ吹出口56からジェット流となって前記基板処理室4内へと噴出する。

#### 【0053】

このとき、前記プラズマ吹出口56を流れるプラズマに、同吹出口56の側面に開口する前記原料ガス導入孔30cから、原料ガスが導入される。この原料ガスはプラズマ化されたキャリアガスの持つエネルギーにより分解され、プラズマ化される。更に、同プラズマ吹出口56を流れるプラズマは、マイナスの可変バイアスが印加された導電性プレート39により、プラスの荷電粒子が排除される。

#### 【0054】

その後、前記プラズマ吹出口56から前記基板処理室4へ吹き出したプラズマは、基板支持台8上に載置された基板Sに作用し、同基板Sの表面がプラズマ処理される。このとき、前記プラズマ中に存在するプラスの荷電粒子の数が大幅に低減されているため、かかる荷電粒子の基板Sへの衝突ダメージも少なく、基板Sの表面には高品質の薄膜が均一に形成される。また、本実施例では原料ガスを前記プラズマ発生室3ではなく、プラズマ吹出口56の途中で導入することにより、前記プラズマ発生室3の内壁面の原料ガスによる汚染が防止される。

#### 【0055】

図17は上記第12実施例の変形例であり、プラズマ発生電極5'の下方に、絶縁性材料からなる内側周壁部30aを介して導電性プレート39が取り付けられている。前記電極5'及び導電性プレート39の中心に形成された開口6', 6"と、前記内側周壁部30aの内周面とは同一の径寸法をもつ円形状であり、

それらは円柱ノズル形状をもつプラズマ吹出口 56 を構成している。更に、前記内側周壁部 30a には複数の原料ガス導入口 30d が形成され、各導入口 30d には原料ガス供給パイプ 30e が連結されている。かかる変形例にあつては、原料ガスの供給圧をパイプ 30e に取り付けられた図示せぬバルブにより容易に調整可能である。

## 【0056】

なお、上述した全ての実施例及び変形例では、固定された基板支持台 8 上に基板 S を載置しているが、前記基板支持台 8 の基板載置面を例えばベルトコンベアなどにより構成し、基板 S をプラズマの流れ方向に直交する方向に移動させながら、前記基板 S の表面にプラズマ処理を施すことも可能である。その場合には、比較的大きな面積の基板 S に対して成膜処理を施すことが可能となる。

## 【0057】

或いは、大面積の基板 S に成膜処理を施すために、例えば図 18 に示す第 13 実施例のように、3 層に積層された前記電極 5'、絶縁体 10 及び導電性プレート 39 に、円形断面のノズル形状をなす複数のプラズマ吹出口 66 を形成することも可能である。更には図 19 に示すように、3 層に積層された前記電極 5'、絶縁体 10 及び導電性プレート 39 に、複数のスリット状のプラズマ吹出口 76 を形成してもよい。

## 【0058】

更に、図 20 には本発明の第 14 実施例による表面処理装置の要部を概略的に示す。前記装置はプラズマ発生室 3 と基板処理室 4 との隔壁を構成するプラズマ発生電極 5' に複数のプラズマ吹出口 86 を形成し、各吹出口 86 に上半部に円柱形状、下半部に載頭円錐形状の流路を有するノズル体 47 を取り付けられている。更に各吹出口 86 には、前記プラズマ発生電極 5' の下面近傍に一对の永久磁石 29'、29' が対向して配されており、前記磁石 29'、29' の磁場は、磁力線がノズル体 47 を通過するプラズマの流れに対して直交する方向に作用するよう形成される。更に、前記基板支持台 8 上に絶縁体からなる支柱を介してメッシュ状の導電性シート 9 が取り付けられ、同シート 9 は直流電源 DC に接続されており、プラス或いはマイナスの可変バイアスが印加される。

## 【0059】

前記装置によれば、プラズマ発生室3内のプラズマは、先ず、ノズル体47を通過する際に、前記磁石29'，29'の磁場により、更に、ノズル体47から吹き出された後に前記導電性シート9により、2段階にわたってプラズマから荷電粒子が確実に排除されるため、前記基板Sに衝突する荷電粒子の数が更に大幅に減少されて、膜質の劣化をより効果的に防ぐことができる。

## 【0060】

更に、上述の全実施例及び変形例では、基板Sを接地しているが、前記基板Sに電位を付与して、荷電粒子が排除された後のプラズマと等電位にすることもできる。その場合には、前記基板Sとプラズマとの間に電位差がなくなるため、プラズマ内の荷電粒子が加速されることはなく、荷電粒子の衝突によるダメージが著しく低減される。

また、プラズマ発生電極には高周波電源Pにより高周波電力を投入しているが、直流電源による直流電圧を印加することもできる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の第1実施例である表面処理装置の概略図である。

## 【図2】

本発明の第2実施例である表面処理装置の概略図である。

## 【図3】

本発明の第3実施例である表面処理装置の概略図である。

## 【図4】

上記第3実施例の変形例である表面処理装置の概略図である。

## 【図5】

本発明の第4実施例である表面処理装置の概略図である。

## 【図6】

本発明の第5実施例である表面処理装置の概略図である。

## 【図7】

上記表面処理装置の電場を示す上面図である。

【図 8】

本発明の第 6 実施例である表面処理装置の概略図である。

【図 9】

上記表面処理装置の磁場を示す上面図である。

【図 10】

本発明の第 7 実施例である表面処理装置の概略図である。

【図 11】

本発明の第 8 実施例である表面処理装置の要部概略図である。

【図 12】

上記第 8 実施例の変形例である表面処理装置の要部概略図である。

【図 13】

本発明の第 9 実施例である表面処理装置の要部概略図である。

【図 14】

本発明の第 10 実施例である表面処理装置の要部概略図である。

【図 15】

本発明の第 11 実施例である表面処理装置の要部概略図である。

【図 16】

本発明の第 12 実施例である表面処理装置の要部概略図である。

【図 17】

上記第 12 実施例の変形例である表面処理装置の要部概略図である。

【図 18】

本発明の第 13 実施例である表面処理装置の要部概略図である。

【図 19】

上記第 13 実施例の変形例である表面処理装置の要部概略図である。

【図 20】

本発明の第 14 実施例である表面処理装置の要部概略図である。

【符号の説明】

1, 11, 21, 31, 41, 51, 61

表面処理装置

2

ケーシング

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| 3                                 | プラズマ発生室     |
| 3 a                               | 上壁          |
| 3 b                               | 絶縁体         |
| 4                                 | 基板処理室       |
| 5, 5'                             | プラズマ発生電極    |
| 5 a'                              | 絶縁体         |
| 6, 16, 26, 36, 46, 56, 66, 76, 86 | プラズマ吹出口     |
| 6', 6''                           | 開口          |
| 7, 17, 27, 37, 47                 | ノズル体        |
| 8                                 | 基板支持台       |
| 8 a                               | ヒータ         |
| 8 b                               | 支柱          |
| 9                                 | メッシュ状導電性シート |
| 10                                | 絶縁体         |
| 17 a                              | 絶縁体         |
| 19 a, 19 b                        | 対向電極        |
| 20                                | 絶縁体リング      |
| 29                                | 電磁石         |
| 29'                               | 永久磁石        |
| 29 a, 29 b                        | 永久磁石        |
| 30 a                              | 内側周壁部       |
| 30 b                              | 外側周壁部       |
| 30 c                              | 空間          |
| 30 d                              | 原料ガス導入口     |
| 30 e                              | 原料ガス導入パイプ   |
| 39                                | 導電性プレート     |
| 49                                | リング状導電性部材   |
| 59                                | 薄膜状導電性部材    |
| S                                 | 基板          |

P  
DC

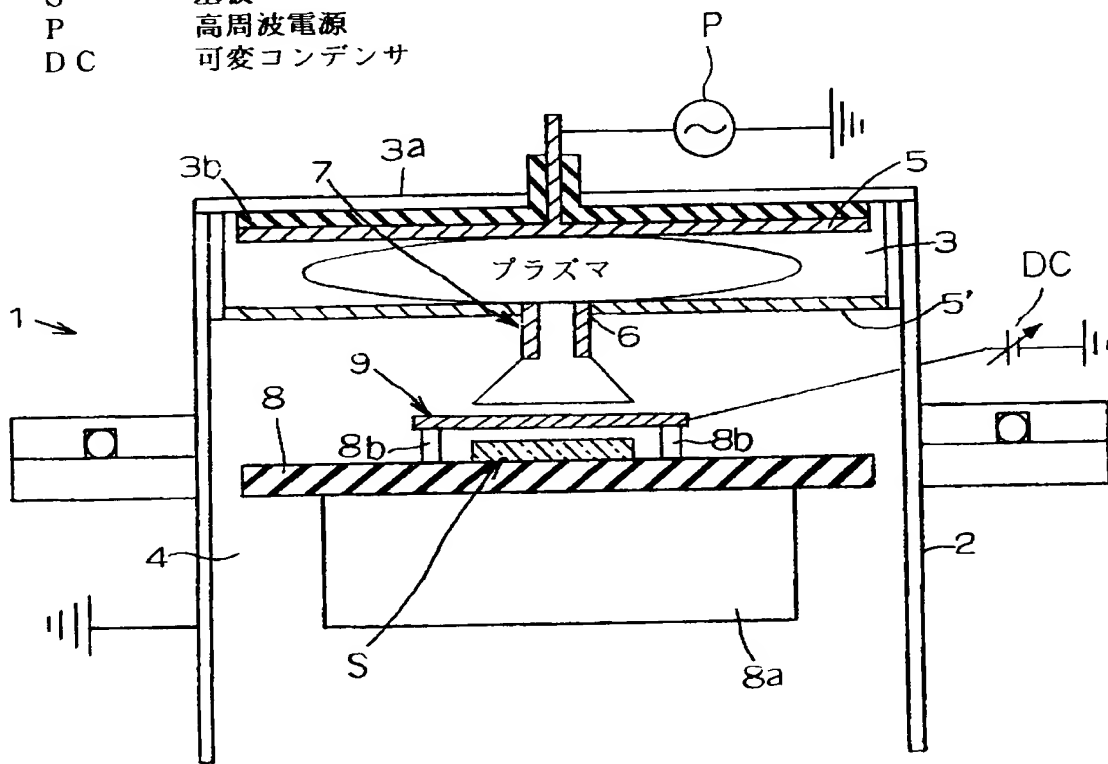
高周波電源  
直流電源



【書類名】図面

【図1】

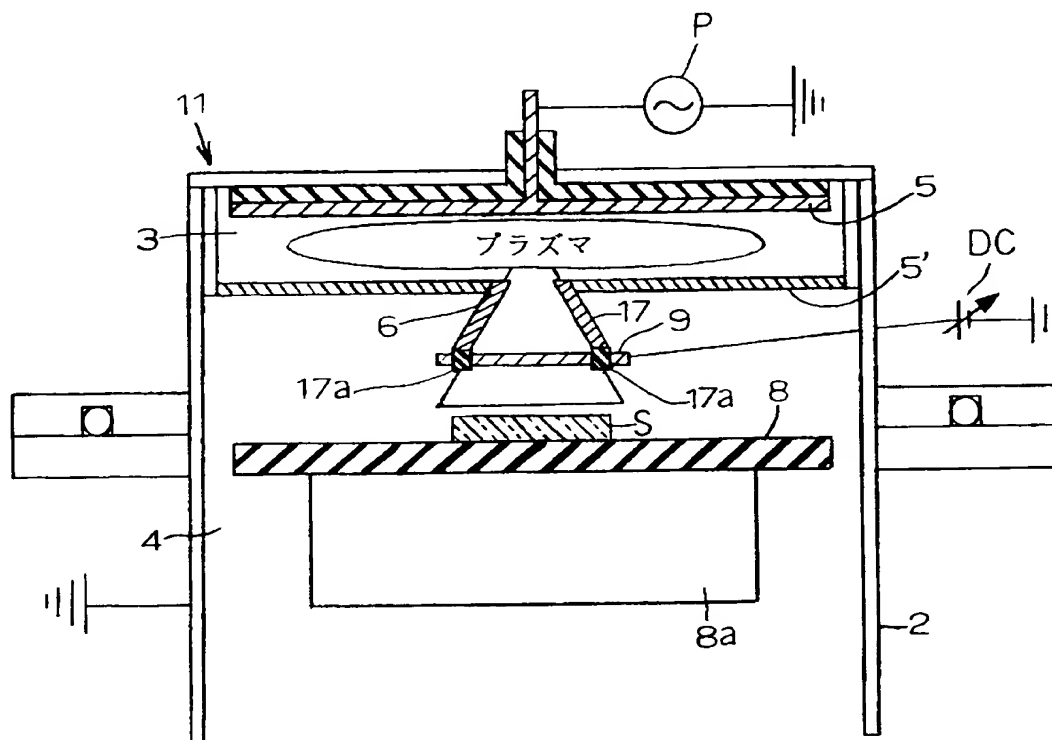
- |       |             |
|-------|-------------|
| 1     | 表面処理装置      |
| 2     | ケーシング       |
| 3     | プラズマ発生室     |
| 4     | 基板処理室       |
| 5, 5' | プラズマ発生電極    |
| 6     | プラズマ吹出口     |
| 7     | ノズル体        |
| 8     | 基板支持台       |
| 9     | メッシュ状導電性シート |
| S     | 基板          |
| P     | 高周波電源       |
| DC    | 可変コンデンサ     |



本発明の第1実施例である表面処理装置の概略図

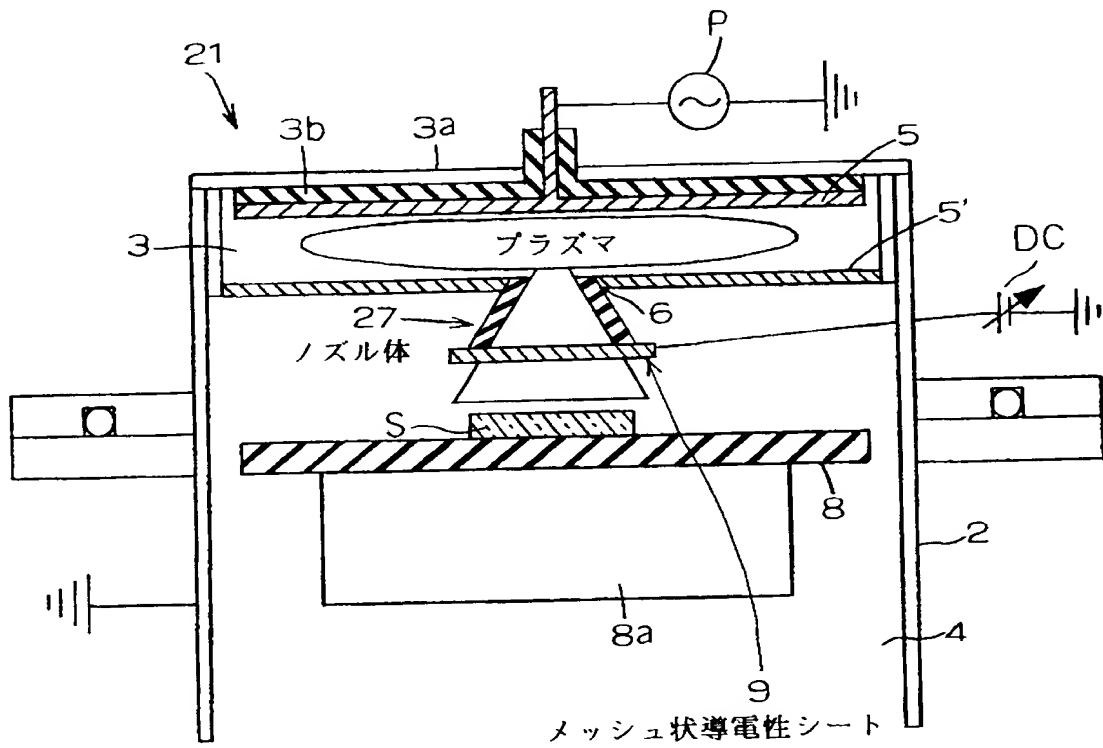
【図2】

- 9      メッシュ状導電性シート
- 17     ノズル体
- 17a   絶縁体



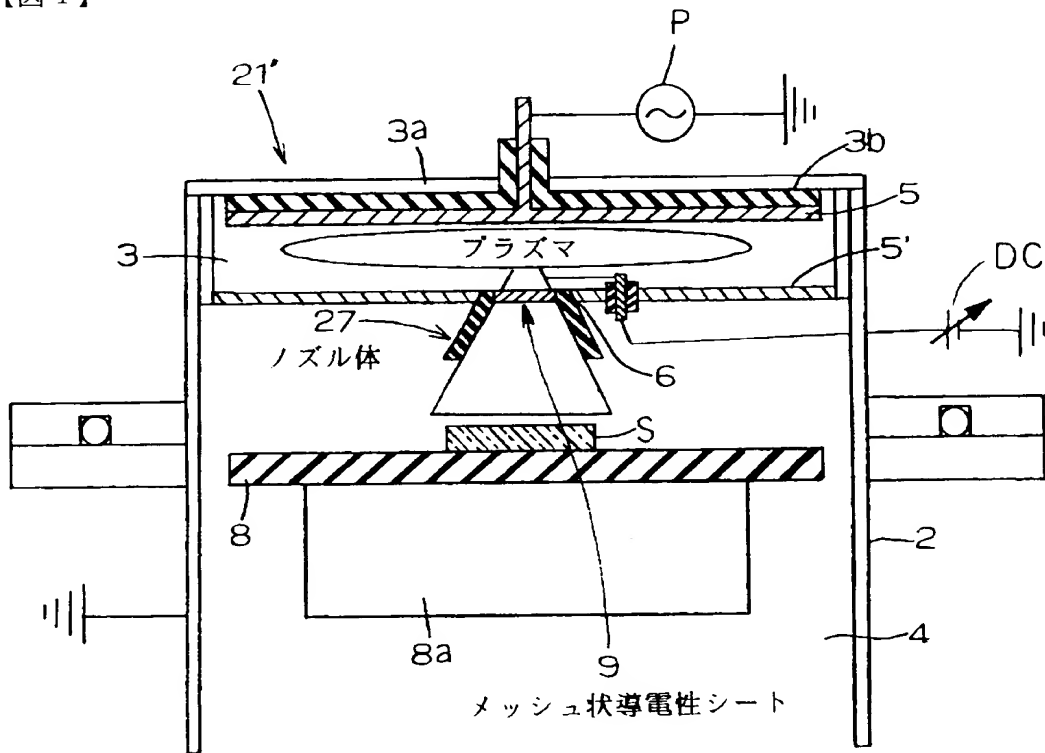
本発明の第2実施例である表面処理装置の概略図

【図 3】



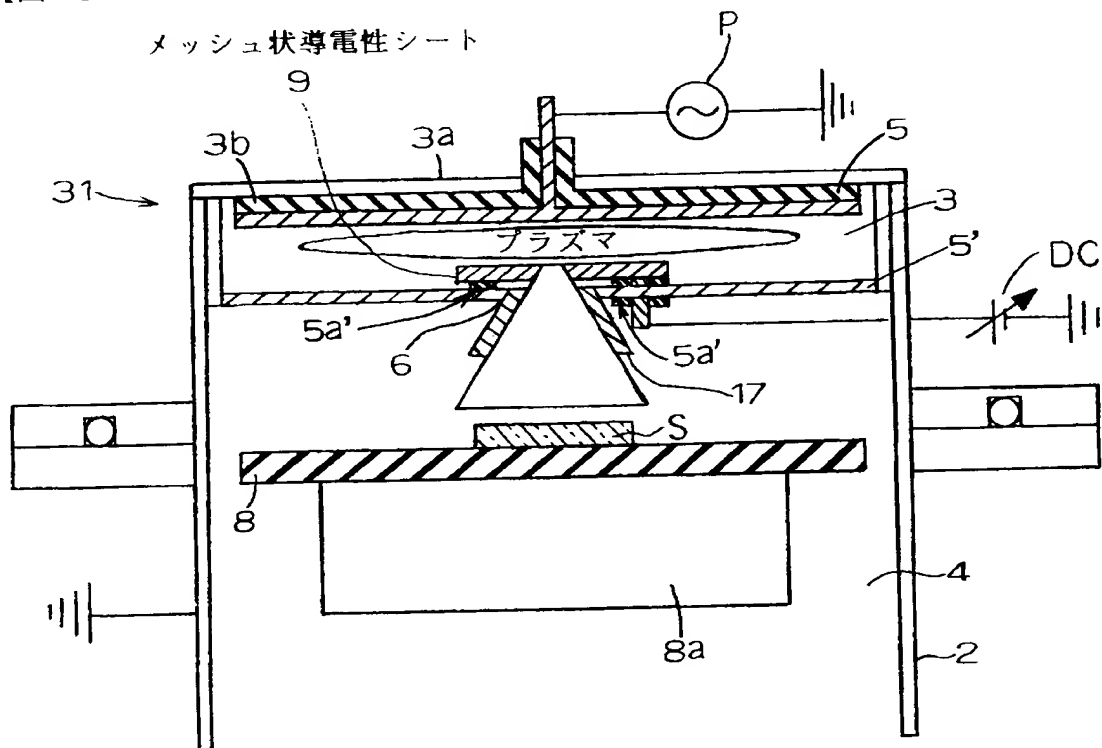
本発明の第 3 実施例である表面処理装置の概略図

【図 4】



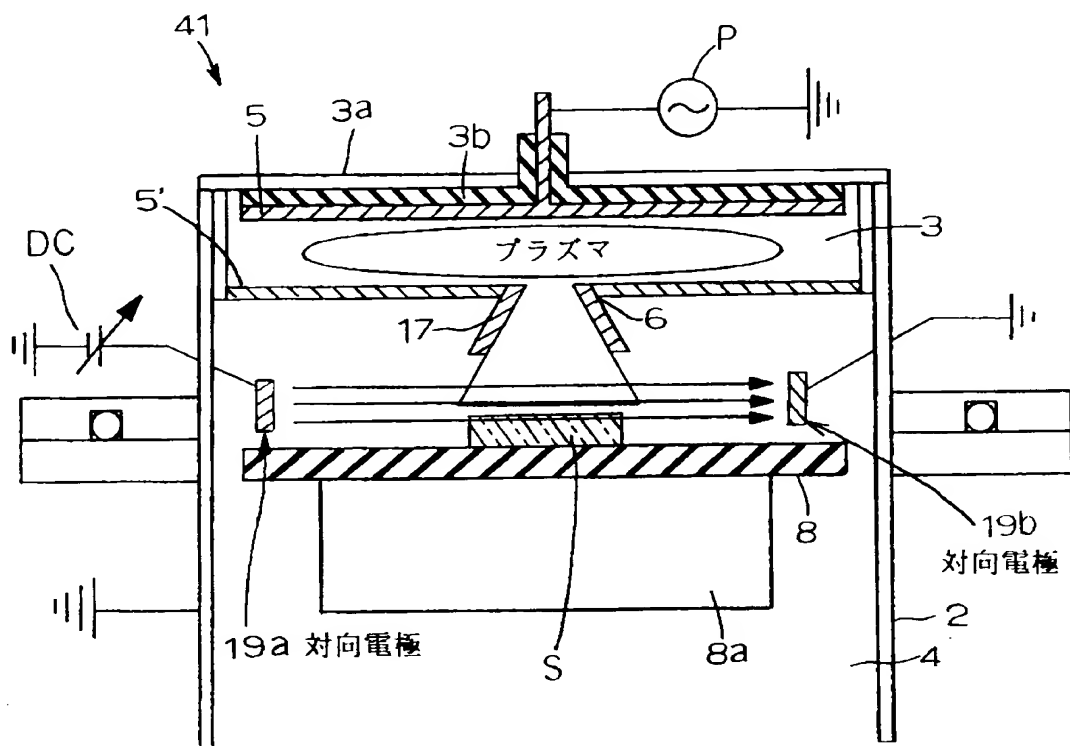
第 3 実施例の変形例である表面処理装置の概略図

【図 5】



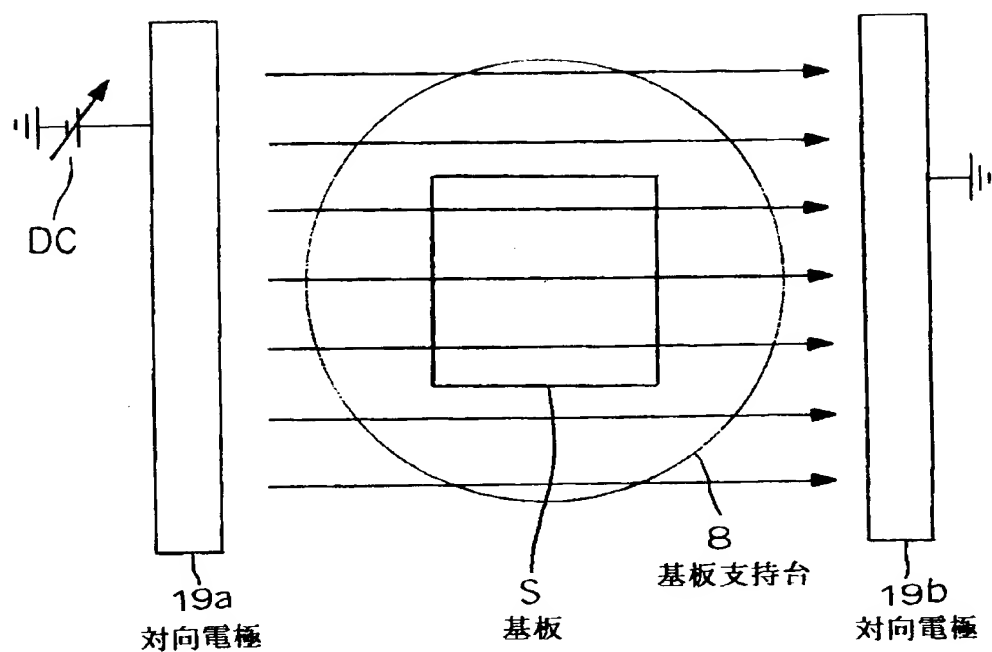
本発明の第 4 実施例である表面処理装置の概略図

【図 6】



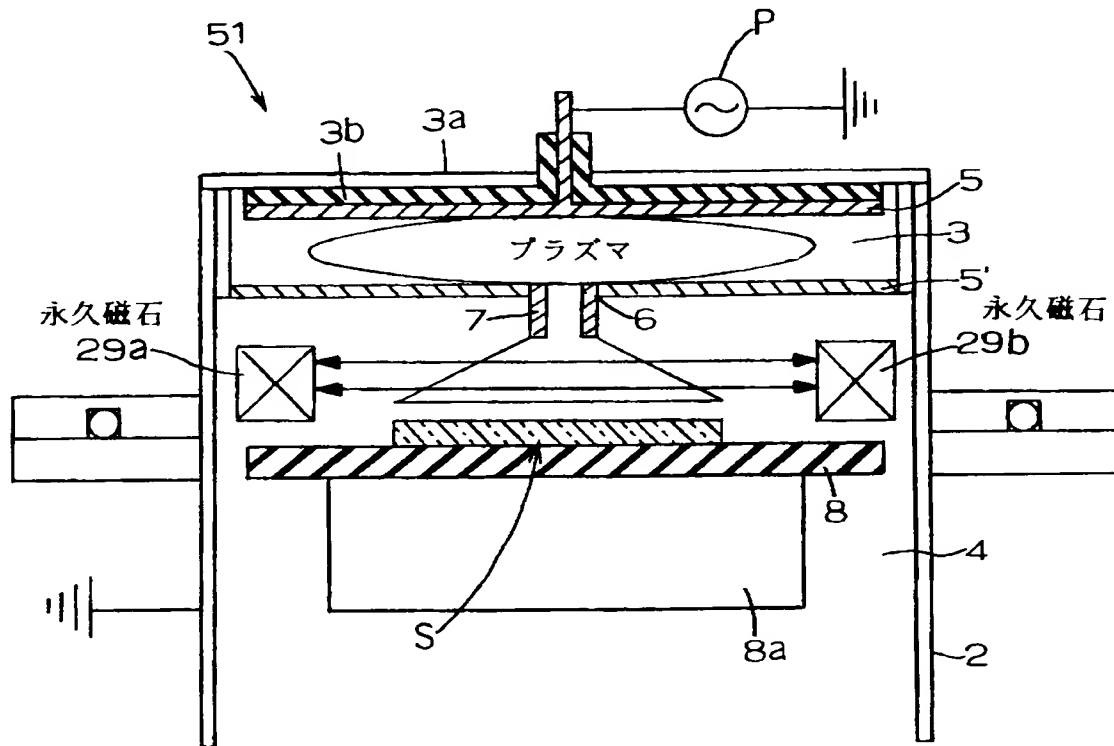
本発明の第５実施例である表面処理装置の概略図

【図 7】



表面処理装置の電場を示す上面図

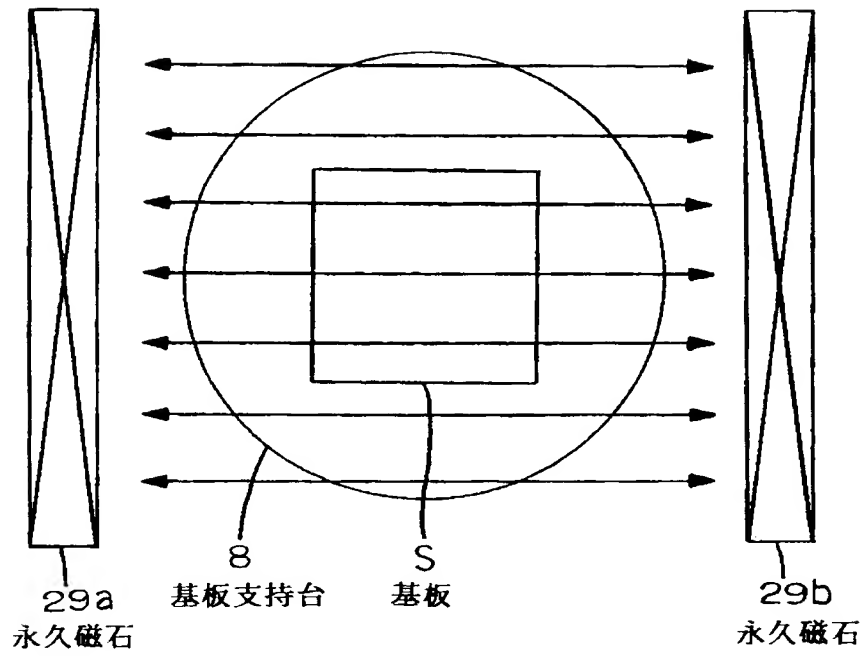
【図 8】



本発明の第 6 実施例である表面処理装置の概略図

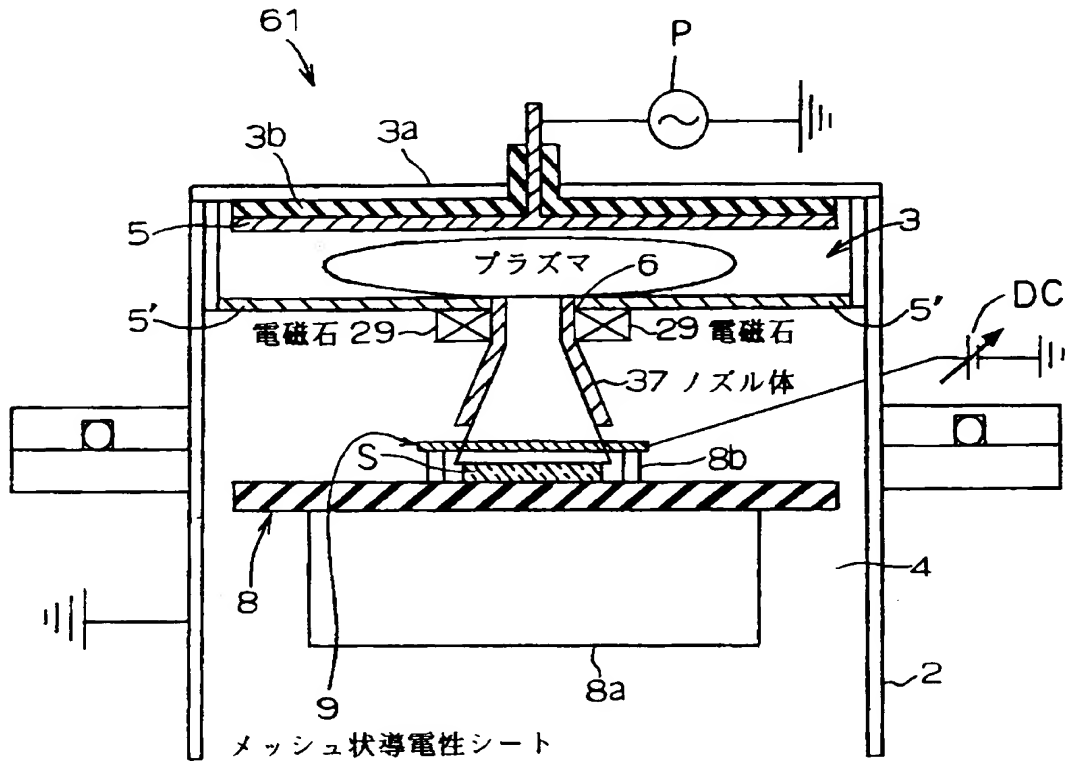


【図 9】



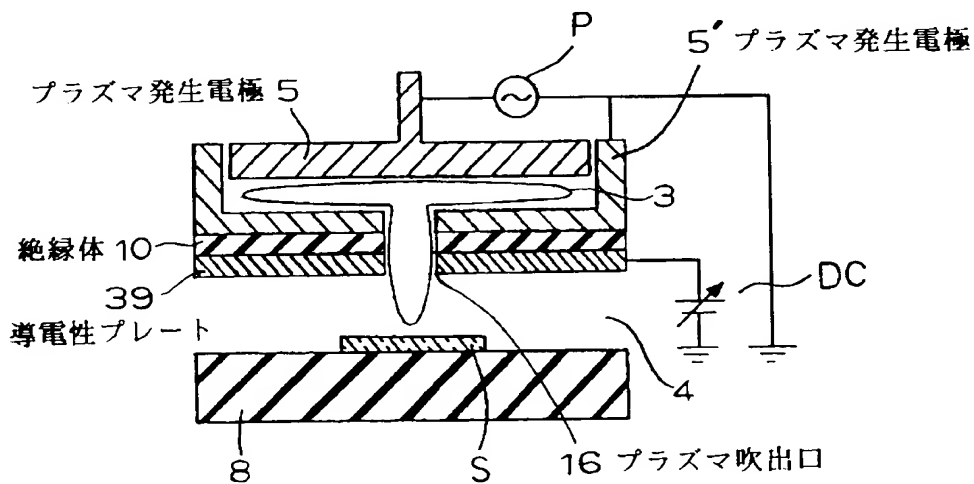
表面処理装置の磁場を示す上面図

【図10】



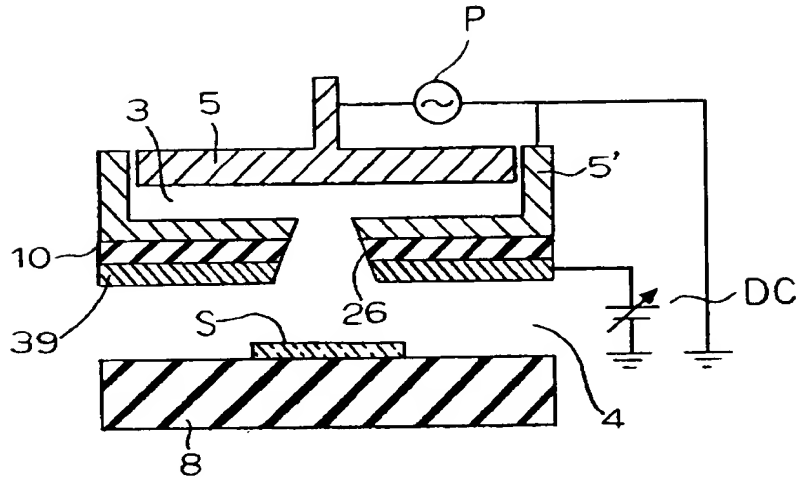
本発明の第7実施例である表面処理装置の概略図

【図11】



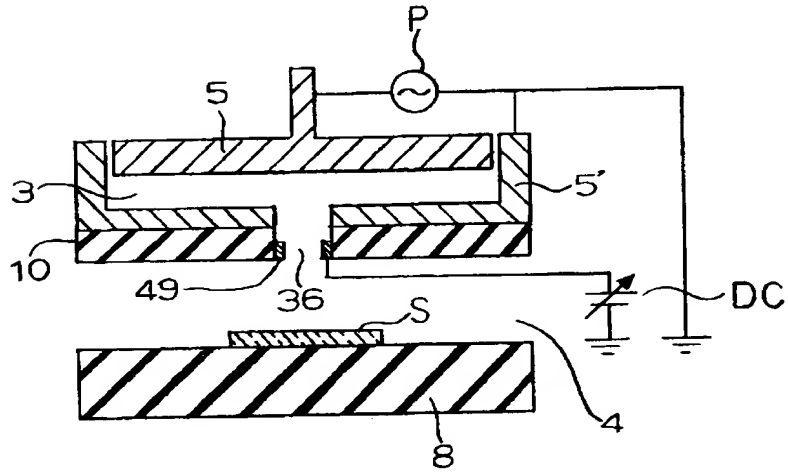
本発明の第8実施例である表面処理装置の要部概略図

【图 12】



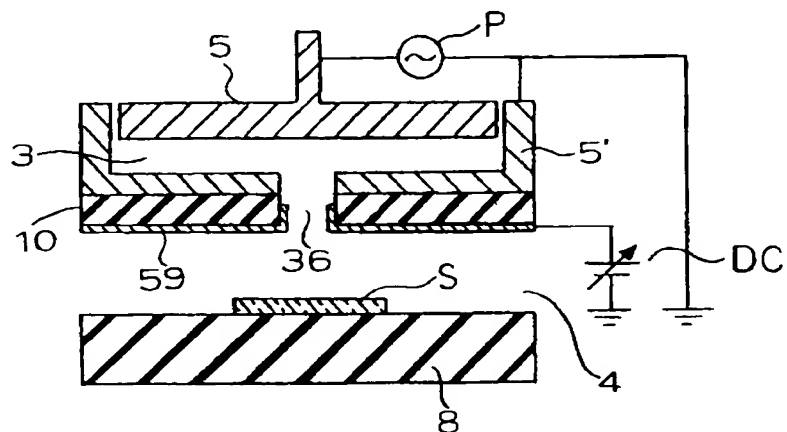
第 8 実施例の変形例である表面処理装置の要部概略図

【图 13】



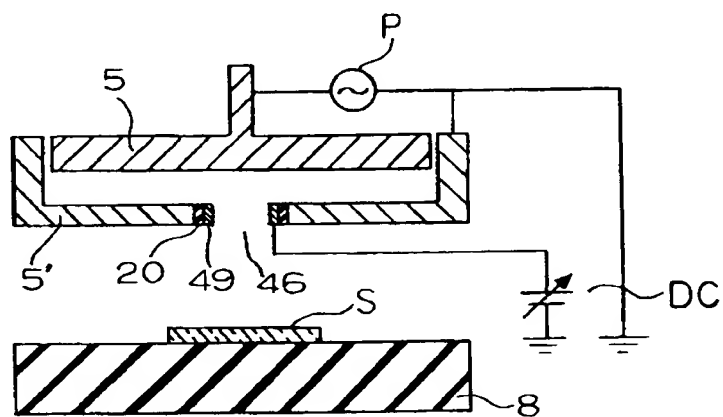
本発明の第 9 実施例である表面処理装置の要部概略図

【図 14】



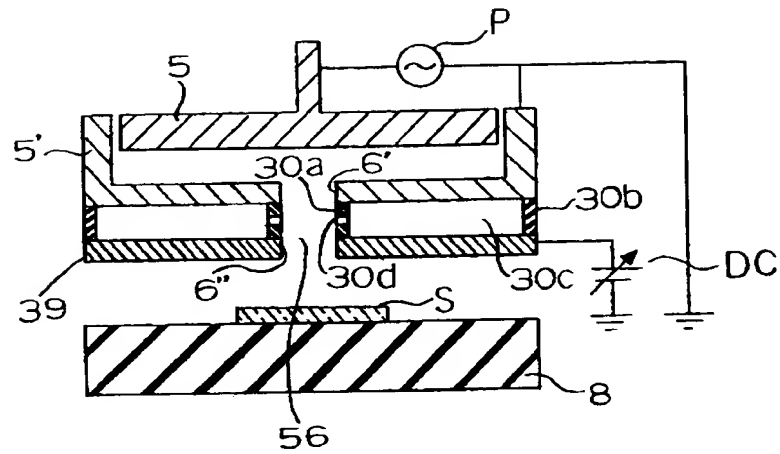
本発明の第 10 実施例である表面処理装置の要部概略図

【図 15】



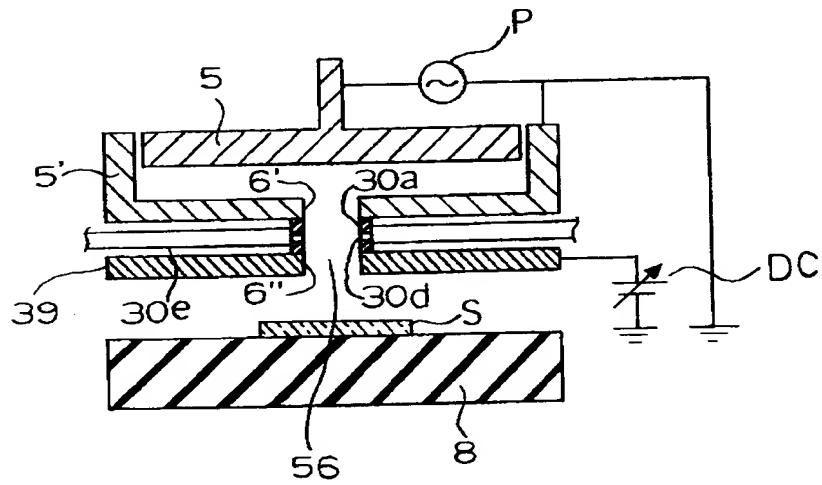
本発明の第 11 実施例である表面処理装置の要部概略図

【図 16】



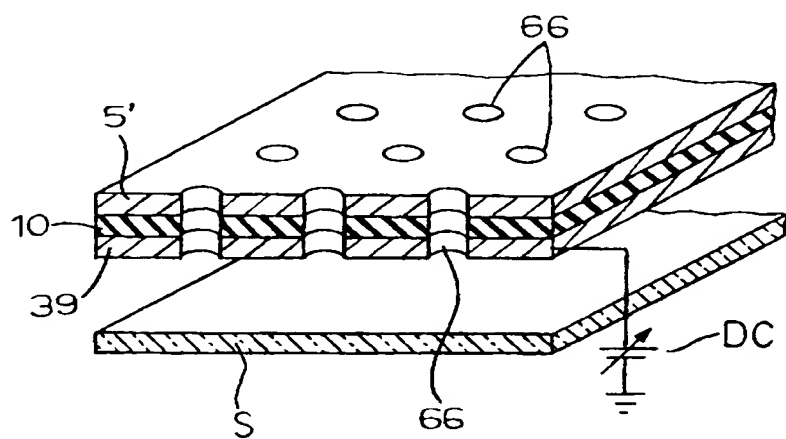
本発明の第 12 実施例である表面処理装置の要部概略図

【図 17】



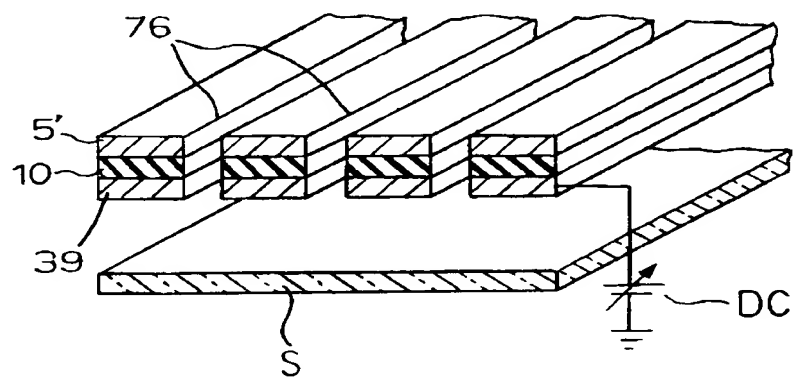
第 12 実施例の変形例である表面処理装置の要部概略図

【図 18】



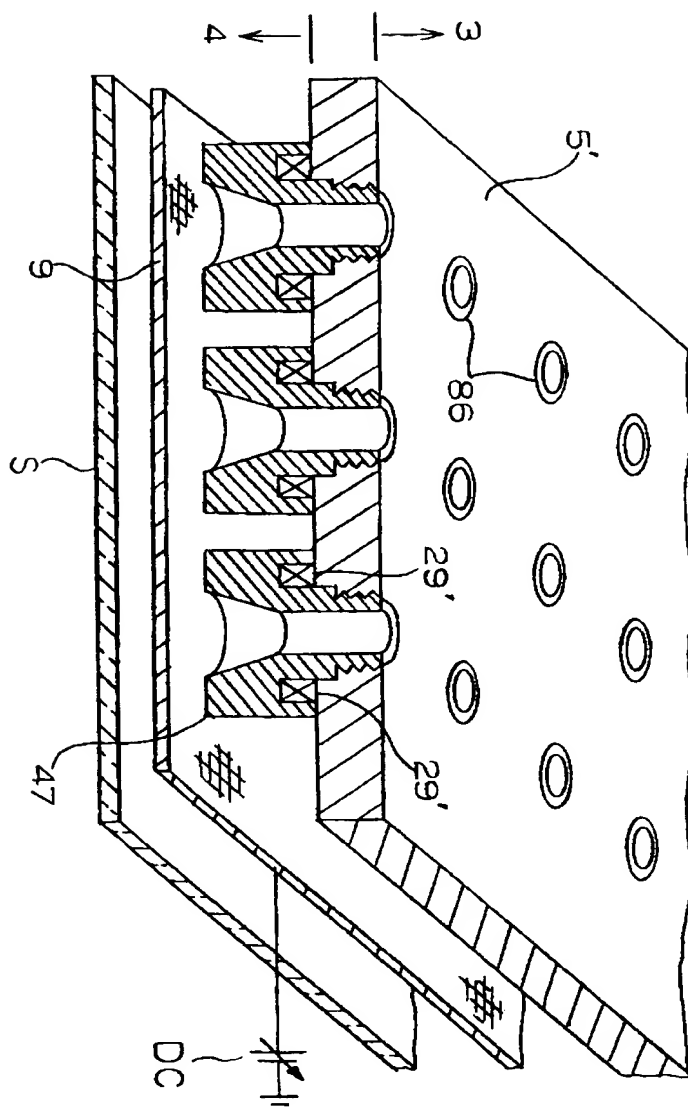
本発明の第 13 実施例である表面処理装置の要部概略図

【図 19】



第 13 実施例の変形例である表面処理装置の要部概略図

【図 20】



本発明の第 14 実施例である表面処理装置の要部概略図

【書類名】要約書

【要約】

【課題】荷電粒子の衝突による膜質の劣化を防止し、高速且つ高品質に成膜可能な表面処理装置を提供する。

【解決手段】表面処理装置(1)のケーシング(2)はプラズマ発生電極(5,5')を備えたプラズマ発生室(3)と、基板支持台(8)を備えた基板処理室(4)との二室に画成されている。前記両室(3,4)の隔壁を構成する電極(5')にはプラズマ吹出口(6)が形成されている。更に、同プラズマ吹出口(6)と基板支持台(8)上に載置された基板(S)と間には、プラズマを横断する方向にメッシュ状導電性シート(9)が配されており、同シート(9)にマイナスの可変バイアスを印加することにより、プラズマ内のプラスの荷電粒子が同シート(9)に捕獲され、プラズマから荷電粒子が排除される。

【選択図】図1



【書類名】  
【訂正書類】

職権訂正データ  
特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000001236

【住所又は居所】

東京都港区赤坂二丁目3番6号

【氏名又は名称】

株式会社小松製作所

【代理人】

申請人

【識別番号】

100091948

【住所又は居所】

東京都千代田区神田淡路町2丁目10番14号 ば  
んだいビル むつみ国際特許事務所

【氏名又は名称】

野口 武男

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001236]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

氏 名

株式会社小松製作所